

Katarzyna Gotlibowska

kasiagotl@gmail.com

Propozycja modelu miasta inteligentnego (*Smart City*) opartego na zastosowaniu technologii informacyjno-komunikacyjnych w jego rozwoju

Zarys treści: Celem artykułu jest stworzenie modelu miasta inteligentnego (*Smart City*) oraz przedstawienie wpływu wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych w jego rozwoju. W pracy dokonano przeglądu wiedzy na temat miast inteligentnych oraz dotychczasowych propozycji modelu *Smart City*. W dalszej części artykułu przedstawiono autorską koncepcję miasta inteligentnego oraz wpływ wykorzystania innowacyjnych technologii na funkcjonowanie jednostki. Następnie omówiono metodę analizy, umożliwiającą porównanie poziomu rozwoju inteligencji jednostki na przestrzeni czasu oraz pomiędzy różnymi miastami.

Słowa kluczowe: miasto inteligentne, technologie informacyjno-komunikacyjne, model miasta

Wprowadzenie

Nie od dziś miasta konkurują ze sobą na różnych płaszczyznach rozwoju. W czasach ciągle rozwijających się technologii wydaje się to jeszcze bardziej widoczne. Dla jednostek urbanistycznych konkurencyjność jest zjawiskiem pozytywnym, będącym motywacją do rozwoju i podnoszenia jakości życia mieszkańców. „Współcześnie kluczem do konkurencyjności jest innowacyjność” (Jancz 2015). Dlatego też „inteligentne” rozwiązania informacyjno-komunikacyjne są ważnym elementem zwiększającym konkurencyjność danego miasta. W niniejszej pracy podjęto próbę stworzenia modelu miasta inteligentnego, opierając się na dotychczasowych propozycjach modeli *Smart City* oraz kładąc nacisk na rolę technologii w rozwoju miasta. Pierwsza część artykułu skupia się na dotychczasowej wiedzy na temat miasta inteligentnego oraz prezentuje zaproponowane do tej pory modele tej koncepcji. W dalszej części przedstawiono autorski model *Smart City* oraz jego elementy, na które składają się dziedziny i obszary funkcjonowania miasta,

aktorzy, zachodzące relacje oraz wykorzystywane narzędzia. Następnie opisano metodę operacjonalizacji modelu, która opiera się na charakterystyce ilościowej, wykorzystując zbiór dobranych wskaźników. Ukazana została również rola technologii informacyjno-komunikacyjnych w rozwoju miasta inteligentnego oraz wpływ ich zastosowania na wartości wskaźników modelu.

Pojęcie miasta inteligentnego

Nazwa *Smart City* (miasto inteligentne) może wiązać swoje korzenie z ruchem *Smart Growth* (inteligentny wzrost) z lat 90. XX w., który propagował nowe zasady planowania przestrzennego (Harrison, Donnelly 2011). Zwrot ten został przyjęty przez wiele firm technologicznych w celu integracji elementów infrastruktury miejskiej i usług, takich jak transport, budownictwo, dystrybucja wody i energii oraz bezpieczeństwo publiczne. Technologie informacyjno-komunikacyjne (ICT – *Information and Communication Technologies*) zaczęły docierać do szerokiego grona odbiorców w krajach europejskich, a sam internet przestał być wyznacznikiem inteligentnego miasta (Caragliu i in. 2011).

Pierwsza wizja koncepcji miasta inteligentnego określa je jako takie, którego gospodarka jest w coraz większym stopniu rozwijana poprzez technologiczne innowacje, kreatywność i przedsiębiorczość ludzi. Zakłada się, że właściwa polityka przy odpowiednio dobranych inwestycjach, kapitale ludzkim i technologii spowoduje wzrost efektywności i podniesie wydajność oraz konkurencyjność rządu i biznesu, jednocześnie gromadząc oszczędności. Druga natomiast zakłada, że inteligentne miasto to takie, które jest monitorowane, zarządzane i regulowane w czasie rzeczywistym, z zastosowaniem infrastruktury ICT i wszechobecnej komputeryzacji. Takie systemy umożliwiają wydajną kontrolę użytkowania publicznego i usług, zapewnienie publicznego bezpieczeństwa i dobrych wyników w dziedzinie ekonomii i środowiska. Dodatkowo wykorzystywane informacje mogą stymulować przyszły rozwój miasta (Kitchin 2014).

Nie istnieje ustalona definicja miasta inteligentnego. W literaturze znajduje się jednak wiele propozycji, które lepiej lub gorzej oddają ideę tego pojęcia. Według Glasmeier i Christopherson (2015), miasto inteligentne ma dwa podstawowe atrybuty: zastosowanie technologii, które ułatwić mają koordynację rozproszonych podsystemów miejskich, oraz wykorzystanie zdobytego doświadczenia umożliwiającego stworzenie nowej, lepszej rzeczywistości. Dążenie do bycia *smart* poprzez rozwój podsystemów jest związane z nowymi możliwościami zatrudnienia, tworzeniem dobrobytu oraz wzrostem gospodarczym. Inteligentne miasto ma wiele znaczeń, które nawiązują do możliwości lokalnej administracji wynikających z realizacji większej ilości projektów za mniejszą ilość środków finansowych, a także do odnoszenia sukcesów w ograniczaniu niekontrolowanego rozrastania się miasta. Carvalho (2015) wspomina, że ICT może przyczynić się do rozwiązania lub złagodzenia wielu problemów miejskich poprzez poprawę efektywności usług lub w niektórych przypadkach poprzez zmiany przepisów urbanistycznych.

Dotychczasowe modele *Smart City*

Podjęto wiele prób stworzenia koncepcji miasta inteligentnego, zaproponowane dotychczas modele są mniej lub bardziej złożone, wszystkie jednak ukazują, jak wiele różnych podmiotów i obszarów miasta musi ze sobą współpracować. Modele te systematycznie opisują wszystkie elementy miasta inteligentnego na wielu poziomach szczegółowości. Są one podstawą do tworzenia „inteligentnych” projektów. Opisują wszystkie zaangażowane strony, ich relacje, działania oraz wyniki (ISO/IEC JTC 1 2014). Poniżej przedstawiono najbardziej znane.

Jedną z pierwszych i najbardziej popularnych koncepcji *Smart City* jest ta zaproponowana przez Griffingera (*Smart City Model*) będąca podstawą dla późniejszych modeli. Jest ona systemem klasyfikacji, w którym inteligentne miasta są rozwijane w sześciu różnych kierunkach. Została opracowana jako narzędzie do oceny rankingowej europejskich miast średniej wielkości w zakresie gospodarki, ludzi, zarządzania, mobilności, ochrony środowiska i życia. Umożliwia analizę aktualnego stanu miasta za pomocą konkretnie dobranych wskaźników. Poszczególne jednostki mogą wykorzystać to narzędzie do tworzenia własnych celów, sugerując się jednak określonymi przez model cechami (Colldahl i in. 2013). Model wydaje się kompleksowy, choć nie uwzględnia bezpośrednio stosowania technologii, będących cechą charakterystyczną *smart city* i ich roli w rozwoju miasta. Jak pisze Herbuś (2015), umiejętność integracji tych składników z wykorzystaniem innowacyjnych rozwiązań zapewnić może sukces jednostki.

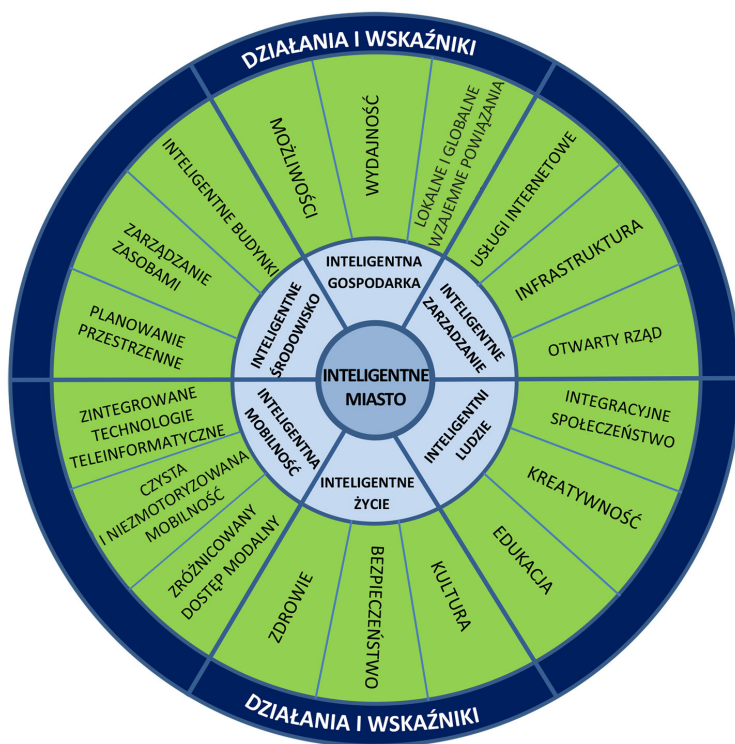
Kolejna propozycja to *Smart City Wheel*, kołowy model Cohena (ryc. 1), określający główne gałęzie, dzięki którym miasto może zostać zidentyfikowane i poddane ocenie. Są to: inteligentna gospodarka, inteligentne środowisko, inteligentne zarządzanie, inteligentne życie, inteligentna mobilność oraz inteligentni ludzie. Jak widać, elementy te są identyczne jak w przypadku omawianego wcześniej modelu zaproponowanego przez Griffingera. Jednak model Cohena wyróżnia inne czynniki dla każdego z komponentów mające wpływ na funkcjonowanie miasta (Lekamge, Marasinghe 2013).

W realizacji swojej wizji miasto powinno początkowo opracować bazę pomiarów jako punkt wyjścia przed osiągnięciem celu. Następnie należy przyjąć zestaw czynników. Miasta powinny opracować własne standardy i wskaźniki, według swoich potrzeb oraz możliwości (Lekamge, Marasinghe 2013). Istotą jest synergia między sześcioma komponentami oraz ujrzenie, jak nakładają się one na siebie, a nie jak działają jako pojedyncze, wydzielone elementy. Dane pozyskane ze wszystkich gałęzi modelu mogą być stosowane w celu zmaksymalizowania wydajności oraz szczęścia mieszkańców, jednocześnie minimalizując koszty ponoszone przez miasto. Niezbędna jest tu integracja między jednostkami zarządzania infrastrukturą miejską a centrum danych (CiviQ smartscapes 2015). Podobnie jak w modelu Griffingera, nieuwzględniony został wpływ wykorzystania technologii na wartości zaproponowanych wskaźników. Co więcej, autor sugeruje opracowanie własnych wskaźników dla poszczególnych miast, co uniemożliwia porównanie miast między sobą, a tym samym określenia, które z nich jest bardziej rozwinięte w kierunku *smart*.

Koncepcja miast inteligentniejszych (*Smarter Cities Model*) to propozycja firmy IBM, jednego z głównych dostawców inteligentnych rozwiązań, postrzegająca miasto jako jednostkę, którą można podzielić na trzy filary: ludzie, infrastruktura i działania. Bazując na tym, zidentyfikowano trzy grupy usług: w zakresie człowieka, infrastruktury oraz związane z planowaniem i zarządzaniem miastem (Lekamge, Marasinghe 2013). Model prezentuje komercyjne podejście do koncepcji, oparte na wyszczególnieniu obszarów funkcjonowania miasta, w których wykorzystane zostać mogą technologie zapewniane przez IBM. Podejście to niestety nie uwzględnia relacji między poszczególnymi elementami oraz istoty rozwoju miasta, a jedynie zastosowanie nowych rozwiązań.

Ostatnia z wybranych propozycji to koncepcja dojrzałości miasta inteligentnego, stworzona przez stowarzyszenie Scottish Cities Alliance (grupy 7 miast Szkocji współpracujących w celu promowania wielkiego potencjału gospodarczego tego kraju), dotycząca dojrzałości miasta inteligentnego (*Smart Cities Maturity Model*). Model wyróżnia 5 wymiarów, w jakich inteligentne miasto może osiągnąć dojrzałość (ryc. 2).

Model podkreśla istotę posiadania przez miasto inteligentne skutecznej strategii koncentrującej się na osiągnięciu lepszych rezultatów, otwartych danych



Ryc. 1. Koncepcja miasta inteligentnego Cohena

Źródło: opracowanie własne na podstawie Cohen (2014).

będących podstawą innowacyjności, zintegrowanej infrastruktury teleinformatycznej, podnoszących jakość usług, adaptacji nowych rozwiązań w tradycyjnych modelach dostarczania usług oraz angażowaniu mieszkańców i biznesu do wspólnego korzystania z technologii i budowania przejrzystej bazy danych (Urban Foresight 2016). Model ten uwzględnia wykorzystanie technologii oraz istotę gromadzenia danych w rozwoju miasta, jednak skupia się głównie na rozwoju zarządzania miastem oraz jego nieożywionych elementach. Nie nawiązuje do mieszkańców – głównych użytkowników miasta, środowiska w którym żyją, możliwości ich rozwoju czy zdrowia.

Każda z powyższych koncepcji ma swoje zalety, ale nie tworzy kompleksowego rozwiązania dla miast. Dlatego też opracowanie kompleksowego modelu *Smart City* staje się tak ważne. Cechą wyróżniającą miasto inteligentne jest wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w jego rozwoju. Nie jest to więc element miasta, a jedynie narzędzie, które ma zwiększyć efektywność prowadzonych przez miasto i na jego terenie działań czy usług. Coraz większa ilość danych jest gromadzona i udostępniana policji – zapewniając lepsze bezpieczeństwo, lekarzom – zwiększając efektywność służby zdrowia oraz urzędnikom, aby skuteczniej rozwiązywać problemy społeczne (ITU 2014). Nowe rozwiązania prezentują innowacyjne sposoby zarządzania miastem, „inteligentne” budynki, „inteligentne” zarządzanie ruchem, lepszą wydajność w zakresie zużycia energii i gospodarki odpadami, wymianę informacji i wiedzy oraz komunikujące się społeczeństwo informacyjne (Manual 2012).

Inteligentne miasto rozwija się i reaguje zgodnie z potrzebami jego mieszkańców. Dlatego stosowanie niektórych rozwiązań ICT może otworzyć nowe możliwości dla obywateli, aktywnie kształtować przyszłość miasta poprzez wprowadzanie nowych form aktywności mieszkańców, włączenie społeczne oraz zwiększenia dostępności usług dla osób niepełnosprawnych, a także zmniejszanie barier infrastrukturalnych oraz udostępnianie zasobów i informacji (Manual 2012). Miejskie potrzeby transportowe mogą być zaspokajane za pośrednictwem innowacyjnych zastosowań technologii informacyjno-komunikacyjnych, zapewniających bardziej zoptymalizowane i wydajne podróżowanie.

Jak pisze Manual (2012), w sektorze nauki, ICT umożliwia programy edukacyjne online oraz platformy e-learningowe. Od dawna, technologie te uważane są za ważne narzędzie prowadzące do poprawy rezultatów procesu kształcenia,



Ryc. 2. Wymiary modelu dojrzałości miasta inteligentnego

Źródło: opracowanie własne na podstawie Scottish Cities Alliance (2015).

poprawy jakości systemów edukacyjnych, poszerzające możliwości edukacyjne oraz zwiększające indywidualny dostęp do edukacji.

Proponowany model miasta inteligentnego

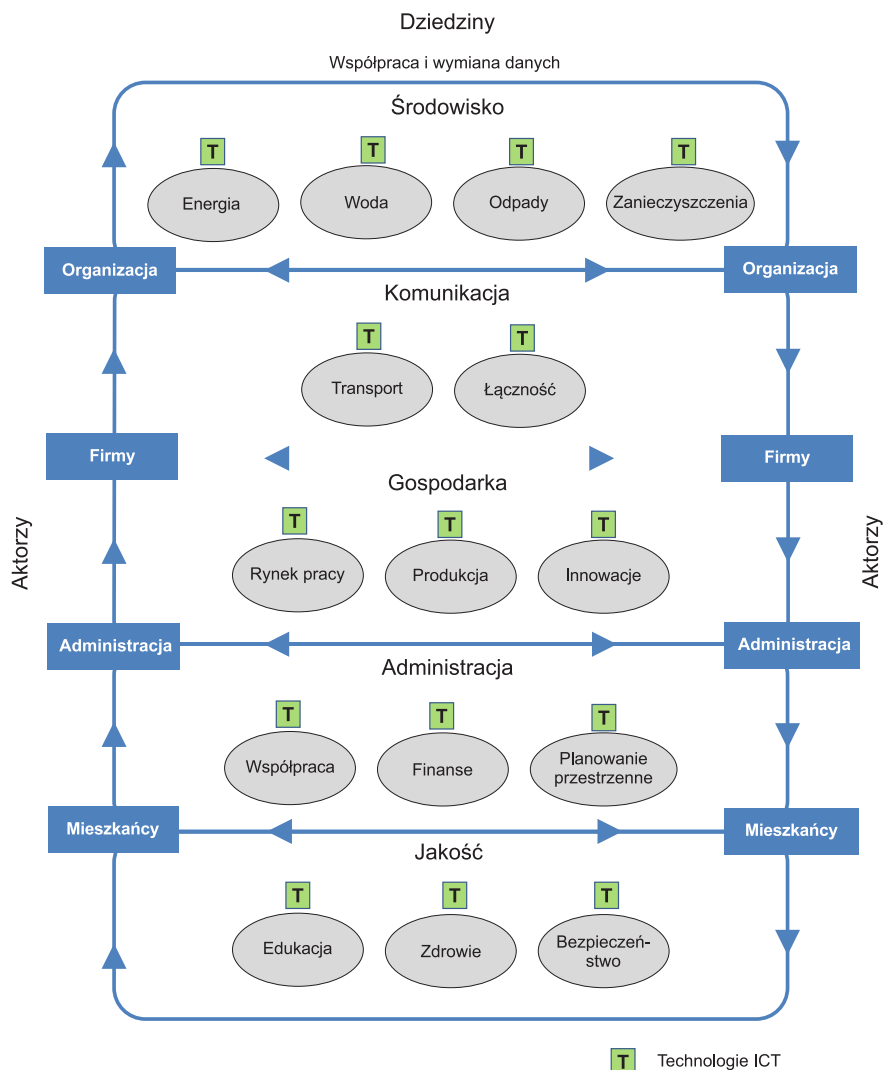
W związku z dość słabą dotychczas konceptualizacją miasta inteligentnego, w niniejszym artykule proponuje się nowe, autorskie jego ujęcie. Opiera się ono na wykorzystaniu technologii w procesie rozwoju miasta. Aby to mogło nastąpić, konkretne rozwiązania muszą zostać zastosowane w poszczególnych obszarach funkcjonowania jednostki. Uwzględniając ujęcie systemowe, które najbardziej kompleksowo opisuje prawidłowe funkcjonowanie miasta, zaproponowano zbiór elementów, które tworzą miasto inteligentne. Jak pisze Parysek (2015), cechą systemu jest złożoność, jego całościowe ujęcie, które uwzględnia nie tylko elementy składające się na funkcjonalną całość, ale także relacje zachodzące między tymi elementami i otoczeniem zewnętrznym.

Proponowany w tej pracy model *Smart City* (ryc. 3) obejmuje nie tylko dziedziny funkcjonowania, ale też konkretne obszary tych dziedzin, aktorów (wykonawców działań), relacje między nimi oraz stosowane narzędzia (technologie informacyjno-komunikacyjne).

W założeniu niniejszej koncepcji stosowanie nowoczesnych technologii ICT odbywa się we wszystkich obszarach funkcjonowania miasta. Dzięki temu jednostka może rozwijać się równomiernie, zarówno w sferze społecznej, gospodarczej, środowiskowej, jak i przestrzennej. Wykorzystanie inteligentnych rozwiązań umożliwia nie tylko usprawnienie, przyspieszenie i zwiększenie efektywności poszczególnych działań organów miasta i jego mieszkańców, ale także tworzenie ogromnych baz danych, będących najlepszym i najbardziej wiarygodnym źródłem informacji na temat problemów pojawiających się w mieście oraz potrzeb mieszkańców.

Model został podzielony na pięć głównych obszarów rozwoju jednostki (ryc. 2). Są to: środowisko przyrodnicze, komunikacja, gospodarka, administracja publiczna oraz jakość życia. Obszary te złożone są z precyzyjnie określonych kategorii, w których stosowane mogą być konkretne rozwiązania. Wyróżnione zostały cztery grupy aktorów mających wpływ na rozwój jednostki: administracja publiczna – zarządzająca sprawami publicznymi, posiadająca uporządkowaną strukturę oraz źródła finansowanie; mieszkańcy – będący źródłem najbardziej wiarygodnych danych na temat ich potrzeb; firmy – będące głównymi dostawcami dóbr i usług oraz mające wpływ na konkurencyjność miasta; organizacje – zaspokajające potrzeby wielu grup społecznych oraz oddziałujące na władze i administracje samorządów terytorialnych.

Miasto inteligentne dba o środowisko przyrodnicze, będące elementem codziennego życia mieszkańców. Pozyskuje energię ze źródeł odnawialnych w jak największym stopniu, a dzięki wykorzystywanym technologiom w miarę możliwości ogranicza jej zużycie oraz poprawia jakość usług związanych z jej dostawą. Miasto inteligentne dużą wagę przykładą do problemu nieustająco wzrastającej



Ryc. 3. Budowa proponowanego modelu inteligentnego miasta

Źródło: opracowanie własne.

liczby odpadów, które są poddawane precyzyjnej selekcji, zbiórce i recyklingowi. Wszyscy mieszkańcy mają dostęp do usług wywozu odpadów oraz kanalizacji. Inteligentne jednostki kontrolują poziom emisji gazów cieplarnianych, koncentracji pyłu zawieszonego, a także podejmują działania w celu zmniejszenia poziomu hałasu. Administracja publiczna przy współpracy z innymi aktorami dba o otaczające środowisko oraz uświadamia najmłodsze pokolenia, jak ważnym elementem jest ono w życiu społeczeństwa.

W dziedzinie komunikacji inteligentne miasto stawia na wysoko rozwinięty transport publiczny, zapewniający jakość, bezpieczeństwo, punktualność, wygodę

oraz opłacalność (nie tylko dla miasta, ale również jego mieszkańców). Nacisk kładziony jest na komunikację pieszą, rowerową oraz środki transportu zbiorowego. Inteligentna jednostka zapewnia swoim mieszkańcom wiele węzłów komunikacyjnych oraz rozmieszczenie przystanków ułatwiające przesiadki. Wiaty przystanków przybierają nowe funkcje, zapewniając mieszkańcom szybkie i przydatne usługi. Miasto umożliwia swojej społeczności doskonałą łączność internetową oraz telefoniczną. Dostępne są szerokopasmowe łącza internetowe oraz wysokiej jakości usługi połączeń telefonii komórkowej. Dzięki istniejącym technologiom informacyjno-komunikacyjnym oraz sieciom połączeń cyfrowych, które obejmują miasto, jest ono w stanie zapewnić mieszkańcom mobilność na najwyższym poziomie.

Zdywersyfikowany rynek pracy wykazuje niską stopę bezrobocia, natomiast władze miasta podejmują działania na rzecz zminimalizowania liczby osób żyjących w ubóstwie. Miasto charakteryzuje się dużą ilością dobrze prosperujących i kreatywnych firm. Gospodarka miasta inteligentnego to gospodarka oparta na wiedzy i nowych technologiach. Promując i eksponując swoje walory, przyciąga inwestorów z całego świata. Szczególnie rozwinięty jest sektor ICT, który napędza rozwój biznesu, umożliwia współpracę korporacji, organizacji oraz klastrów, a także współpracuje z sektorem nauki.

Administracja publiczna miasta inteligentnego to sektor zapewniający, przy wykorzystaniu nowych technologii, wysokiej jakości usługi dla mieszkańców oraz liczący się z ich opinią. Dlatego też jest w ciągłym kontakcie z mieszkańcami, którzy chętnie uczestniczą w konsultacjach społecznych czy wyborach. Dzięki najnowszym technologiom są oni informowani na bieżąco o przebiegu spraw na terenie miasta oraz mają otwarty dostęp do danych. Miasto inteligentne polega głównie na swoich dochodach, korzystając z dodatkowych środków tylko w koniecznych przypadkach. Racjonalnie nalicza podatki, jednocześnie zapewniając mieszkańcom możliwie najlepsze warunki do życia, dlatego też mieszkańcy je opłacają. Sektor ten zarządza także prawidłowym przestrzennym rozwojem miasta, stanowiąc przepisy, które pozytywnie wpływają na poprawę wizerunku oraz poprawę jego funkcjonowania. Zapewnia odpowiednio dużą powierzchnię terenów zielonych i rekreacyjnych oraz tworzy racjonalne i praktyczne plany zagospodarowania miasta uwzględniając wizję strategii rozwoju na kolejne lata.

W dziedzinie jakości życia inteligentne miasto zapewnia bezpłatne, obowiązkowe, o wysokim poziomie szkolnictwo oraz dobrze rozwinięte jednostki edukacji wyższej. Daje możliwości zdobywania doświadczenia oraz doskonalenia umiejętności lokalnej społeczności. Ma wysoki odsetek mieszkańców z wyższym wykształceniem, jednocześnie szkoląc profesjonalnych fachowców w dziedzinach wykraczających poza kierunki uniwersyteckie. Mieszkańcy charakteryzują się długim życiem, zwłaszcza ze względu na wysoki poziom i jakość opieki zdrowotnej. Miasto zapewnia doskonałe warunki leczenia, hospitalizacji oraz szeroką gamę wybitnych fachowców w dziedzinie medycyny. Dzięki bardzo dobrym warunkom życia społeczeństwo miasta inteligentnego jest szczęśliwe, co przekłada się na wyjątkowo niską liczbę ludzi odbierających sobie życie. Stosowanie technologii ICT oraz innych innowacyjnych rozwiązań, z każdym dniem podnosi

poziom bezpieczeństwa mieszkańców. Służby ratunkowe, policja, czy jednostki straży pożarnej, dzięki udogodnieniom, jakie dostarcza technologia, mają możliwość szybkiej interwencji oraz pomocy, a także dostęp do rzeczywistych danych na temat tego, co dzieje się w mieście. Wysokiej jakości monitoring umożliwia ograniczenie patroli na terenie miasta i skupienie działań na tych obszarach, które wymagają szczególnej obecności służb miejskich. Dzięki temu ograniczona jest liczba przejawów przemocy, wandalizmu oraz zabójstw i innych przestępstw.

Rola technologii informacyjno-komunikacyjnych w funkcjonowaniu miasta inteligentnego

Wykorzystywanie innowacyjnych technologii, w szczególności informacyjno-komunikacyjnych, odgrywa istotną rolę we wszystkich dziedzinach funkcjonowania miasta. Sieci ICT umożliwiają nie tylko segregację i analizę otrzymywanych danych, ale także zrozumienie sposobu działania miasta. Infrastruktura cyfrowa może pozytywnie wpływać na sytuację ekonomiczną, zasoby i wydajność, a jednocześnie na rozwój społeczny, kulturowy i fizyczny miasta. Jak pisze Manual (2012), technologie ICT prezentują innowacyjne sposoby zarządzania naszymi miastami – inteligentne budynki, inteligentne zarządzanie ruchem, lepsza efektywność w zużyciu energii i gospodarowaniu odpadami, a także wymiana informacji i wiedzy.

W aspekcie planowania przestrzennego ICT oddziałuje na podejmowanie bardziej świadomych decyzji poprzez dostarczanie praktycznych rozwiązań. Może to wpływać na wydajność i funkcjonowanie infrastruktury, dróg, wody, kanalizacji czy sposób radzenia sobie w sytuacjach awaryjnych. Czujniki miejskie i zaawansowana analiza pozwalają dostarczyć poszczególnym jednostkom szeroki zakres danych środowiskowych i przestrzennych w czasie rzeczywistym. Jest to szczególnie przydatne w takich sektorach, jak zarządzanie ruchem drogowym, ponieważ informacje są stale analizowane, co ułatwia podejmowanie szybkich decyzji. Oferując innowacyjne rozwiązania, technologie ICT umożliwiają obywatelom udział w procesie planowania, na przykład poprzez e-konsultacje dostępne przez internet (UN-Habitat i in. 2015).

Inteligentne miasto rozwija się i reaguje na potrzeby obywateli. Niektóre rozwiązania ICT mogą zapewnić im nowe możliwości poprzez wprowadzenie nowych form aktywności, włączenia społecznego, zwiększenia dostępności usług dla osób niepełnosprawnych, a także ograniczenia barier infrastrukturalnych. Rozwiązania, takie jak e-administracja, pozwalają na 24-godzinny dostęp do informacji, oszczędzając czas i zwiększając komfort użytkowania, co prowadzi do wzrostu jakości usług publicznych (Manual 2012). Zaawansowany zestaw rozwiązań ICT ma również wpływ na rozpoznawalność miasta, potrzeby transportu publicznego, opiekę zdrowotną, edukację, środowisko i produkcję. Oficjalne strony internetowe stają się coraz bardziej popularne i są świetnym narzędziem do

przyciągania nowych inwestycji, turystów i potencjalnych mieszkańców miasta (UN-Habitat i in. 2015).

Transport miejski może być też zarządzany przy użyciu innowacyjnych technologii, zapewniających skuteczniejszą komunikację. Niektóre z nich umożliwiają integrację transportu publicznego i prywatnego, co jest szczególnie przydatne w większych miastach. ICT są powszechnie wykorzystywane do planowania rozkładów jazdy, zmiany tras lub operacji logistycznych podnoszących jakość usług, co zachęca więcej ludzi do korzystania z transportu publicznego (UN-Habitat i in. 2015).

Zaawansowane technologie, takie jak systemy e-zdrowia, mają pośredni, ale także pozytywny wpływ na zdrowie mieszkańców dzięki rozwojowi gospodarczemu oraz usług publicznej służby zdrowia. Według Manual (2012), w odniesieniu do edukacji ICT umożliwiają wprowadzenie nowych usług edukacyjnych, takich jak platformy e-learningowe. Są one uważane za niezbędne narzędzie w procesie zwiększania wyników nauczania i zapewniania indywidualnych programów zgodnie z potrzebami ucznia. Co więcej, nauczyciele mogą również korzystać z platform edukacyjnych i rozwijać swoje profesjonalne umiejętności pedagogiczne, które promują uczenie się przez całe życie.

Technologie informacyjno-komunikacyjne mają znaczący wpływ na zwiększenie efektywności produkcji energii. Inteligentne sieci zapewniają szczegółowe monitorowanie i dystrybucję energii, w tym odnawialnej, takiej jak energia słoneczna lub wiatrowa. Sieci mogą również współpracować z systemami sterowania budynkiem w celu zapewnienia skutecznego jego ogrzewania, chłodzenia, oświetlenia i zasilania. Dzięki inteligentnym licznikom energii elektrycznej i wody możliwe jest zminimalizowanie zużycia energii i emisji gazów cieplarnianych (UN-Habitat i in. 2015).

Operacjonalizacja przedstawionego modelu miasta inteligentnego

Koncepcja miasta inteligentnego zakłada jego ciągły, nieprzerwany rozwój dzięki stosowaniu nowoczesnych technologii w każdym obszarze funkcjonowania jednostki. W celu precyzyjnego zobrazowania poziomu rozwoju *Smart City* niezbędne jest określenie metody pomiaru pewnych wartości (charakterystyki ilościowej), co umożliwi wiarygodne porównanie danych na przestrzeni czasu lub też pomiędzy konkretnymi miastami. Na potrzeby zaproponowanego powyżej modelu dobrane zostały wskaźniki dla poszczególnych dziedzin (tab. 1). Dzięki nim możliwa jest łatwiejsza analiza poziomu rozwoju poszczególnych obszarów funkcjonowania miasta.

Powyższe wskaźniki dobrane zostały pod kątem celów rozwojowych większości miast, zarówno tych mniej, jak i bardziej rozwiniętych. Przede wszystkim miasta starają się zapewnić jednakowe warunki życia mieszkańcom, uwzględniając dostawę podstawowych dóbr, takich jak woda, elektryczność czy kanalizacja,

jednocześnie ograniczając negatywny wpływ na środowisko poprzez wzrost produkcji energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych, recyklingu czy redukcję emisji gazów cieplarnianych. Miasta dążą także do podniesienia jakości życia mieszkańców poprzez poprawę bezpieczeństwa, służby zdrowia, edukacji oraz komunikacji. Niezwykle istotna dla jednostek urbanistycznych jest gospodarka, dzięki której miasta mogą prawidłowo funkcjonować.

Tabela 1. Zestaw wskaźników do proponowanego modelu

Dziedzina	Element	Wskaźnik
Środowisko przyrodnicze	energia	całkowite rezydencjonalne zużycie energii elektrycznej na mieszkańca [KWh/rok/mieszkańca] odsetek całkowitej energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych jako udział w całkowitym zużyciu energii miasta [%] średnia roczna liczba przerw w dostawie prądu na klienta [liczba/klienta/rok]
	woda	odsetek populacji z dostępem do wody pitnej [%] całkowite rezydencjonalne zużycie wody na mieszkańca [litry/dzień]
	odpady	odsetek populacji z regularnym odbiorem odpadów stałych [%] odsetek populacji z dostępem do kanalizacji [%] odsetek miejskich odpadów, który jest poddany recyklingowi [%]
	zanieczyszczenia	koncentracja pyłu zawieszonego [mg/m ³] emisja gazów cieplarnianych [tony/mieszkańca]
	transport	roczna liczba przejazdów środkiem transportu publicznego na mieszkańca [liczba/mieszkańca/rok]
Komunikacja	łączność	liczba samochodów osobowych na mieszkańca [liczba/mieszkańca] liczba łączy internetowych na 100 000 mieszkańców [liczba/100 000 mieszkańców] liczba łączy telefonii komórkowej na 100 000 mieszkańców [liczba/100 000 mieszkańców]
Gospodarka	rynek pracy	stopa bezrobocia miasta [%] odsetek populacji miejskiej żyjącej w ubóstwie [%]
	produkcja	wartość nieruchomości komercyjnych i przemysłowych jako odsetek łącznej wartości wszystkich nieruchomości [%] liczba firm na 100 000 mieszkańców [liczba/100 000 mieszkańców]
	innowacje	roczna liczba nowych patentów na 100 000 mieszkańców [liczba/100 000 mieszkańców/rok]
	współpraca	partycypacja wyborców w ostatnich wyborach komunalnych [%]
Administracja publiczna	finanse	dochody własne jako procent całkowitych przychodów [%] podatki zebrane jako odsetek podatków naliczonych [%]
	planowanie przestrzenne	powierzchnia publicznej przestrzeni rekreacyjnej na świeżym powietrzu na mieszkańca [m ² /mieszkańca] powierzchnia terenów zielonych na 100 000 mieszkańców [ha/100 000 mieszkańców]
		długość ścieżek i pasów rowerowych na 100 000 mieszkańców [km/100 000 mieszkańców]

Jakość życia	edukacja	odsetek populacji w wieku szkolnym zapisanej do szkół [%] liczba dyplomów ukończenia szkoły wyższej na 100 000 mieszkańców [liczba/100 000 mieszkańców]
	zdrowie	średnia długość życia [lata] liczba łóżek szpitalnych na 100 000 mieszkańców [liczba/100 000 mieszkańców] liczba samobójstw na 100 000 mieszkańców [liczba/100 000 mieszkańców]
	bezpieczeństwo	liczba zabójstw na 100 000 mieszkańców [liczba/100 000 mieszkańców] liczba brutalnych przestępstw na 100 000 mieszkańców [liczba/100 000 mieszkańców]

Źródło: opracowanie własne na podstawie open.dataforcities.com.

Zaproponowane wskaźniki dostarczają zbiór najistotniejszych informacji, które mogą być wykorzystane do bardziej szczegółowych celów oraz pozwalają określić kierunek rozwoju poszczególnych obszarów funkcjonowania miasta. Ponadto uwzględniają one dane, które regularnie pozyskiwane są w większości miast, szczególnie europejskich, co pozwala na systematyczną analizę wartości tych wskaźników. Na powyższą listę składają się wskaźniki będące zarówno stymulantami, charakteryzującymi zjawiska pozytywne dla miasta (np. odsetek miejskich odpadów, który jest poddany recyklingowi), jak i destymulantami, pozwalającymi określić stan zjawisk negatywnych (np. stopa bezrobocia miasta). Co więcej, opisywane są one za pomocą różnych jednostek. Żadna z tych różnic nie wpływa jednak na jakość pozyskiwanych danych, ponieważ wartości poszczególnych wskaźników nie są porównywane między sobą. Porównywane są wartości tego samego wskaźnika na przestrzeni czasu, co umożliwia precyzyjne stwierdzenie, czy dana jednostka urbanistyczna rozwinęła się w danym obszarze funkcjonowania, pogorszyła czy może nie nastąpiła żadna zmiana.

Odwołując się do wcześniej wspomnianej konkurencyjności miast, należy stwierdzić, że powyższa metoda umożliwia porównanie wartości danych wskaźników w różnych miastach, a tym samym określenie, które z nich jest bardziej lub mniej rozwinięte w danej dziedzinie. Taka informacja może być motorem napędowym rozwoju dla konkretnych miast, które będą się starały dorównać miastom bardziej rozwiniętym, a tym samym zapewnić lepsze warunki do życia i rozwoju mieszkańców.

Podsumowanie

Koncepcja *Smart City*, pomimo że coraz częściej wspominana w literaturze, nadal nie została ostatecznie zdefiniowana. Większość dostępnych definicji skupia się jednak na określonych cechach charakterystycznych miasta inteligentnego, takich jak: ciągły rozwój wszystkich obszarów funkcjonowania jednostki, wykorzystanie innowacyjnych technologii w celu zwiększenia efektywności i jakości działań oraz gromadzenie i analiza danych w czasie rzeczywistym. Dotychczas

opisywane koncepcje nie traktują miasta w ujęciu holistycznym, a jedynie wyróżniają konkretne jego elementy, pomijając istotę relacji między nimi, użytkowników, wymianę danych i wiedzy oraz rolę technologii i ich potencjał w rozwoju jednostki urbanistycznej.

Zaproponowany w tym artykule autorski model *Smart City* podkreśla istotę stosowania innowacyjnych rozwiązań, pełniących rolę narzędzi w procesie rozwoju miasta inteligentnego. Technologie aplikowane są we wszystkich obszarach funkcjonowania miasta, co umożliwi swobodny przepływ danych. Drogą do osiągnięcia sukcesu jest nieustanna współpraca i wymiana informacji, co pozwala na podejmowanie szybkich, lecz trafnych decyzji oraz efektywnych działań. Dla tego też wszyscy aktorzy mają dostęp do gromadzonych informacji.

W celu sprecyzowania niezbędnych dla miasta działań konieczna jest analiza pozwalająca określić aktualną sytuację poszczególnych obszarów funkcjonowania miasta. W konsekwencji zaproponowano operacjonalizację dla stworzonego modelu, która opiera się na obliczaniu wartości konkretnie dobranych. Analiza wspomnianych czynników pozwala określić, które obszary wymagają udoskonalenia, porównać sytuację miasta na przestrzeni czasu, a także określić swoją pozycję na tle innych miast, konkurujących o miano *Smart City*.

Zaproponowany model podkreśla istotę wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych we wszystkich obszarach miasta, co ułatwi zwiększenie jego konkurencyjności i pozytywnie wpłynie na rozwój. Stosowanie innowacyjnych rozwiązań może bezpośrednio oddziaływać na efektywność usług, zarządzanie miastem oraz środowisko przyrodnicze, a także umożliwi pozyskiwanie i analizowanie danych w czasie rzeczywistym. Takie informacje dają szansę natychmiastowej reakcji oraz podejmowania odpowiednich działań dużo wcześniej niż byłoby to możliwe bez ICT. Wykorzystywanie technologii wpływa na wartości konkretnych wskaźników wspomnianych powyżej, umożliwiając poprawę dotychczasowej sytuacji miasta.

Innowacyjne technologie, w szczególności technologie informacyjno-komunikacyjne, są nieodłącznym elementem miasta inteligentnego i odgrywają istotną rolę w jego rozwoju. Są one narzędziem, pozwalającym na usprawnienie działań we wszystkich dziedzinach funkcjonowania miasta i jego mieszkańców. Samo wprowadzenie innowacyjnych technologii do miasta nie sprawi, że będzie ono inteligentne. To informacje, jakie zapewniają, oraz ich analiza umożliwiają wyciąganie lepszych wniosków i podejmowanie działań służących podniesieniu jakości życia mieszkańców, ochronie środowiska przyrodniczego, a także ekonomiczemu rozwojowi miasta.

Literatura

- Caragliu A., Del Bo C., Nijkamp P. 2011. Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18, 2: 65–82. doi: 10.1080/10630732.2011.601117.
- Carvalho L. 2015. Smart cities from scratch? A socio-technical perspective. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 8: 43–60.

- CiviQ smartscapes 2015. Smart cities: technology integrated urban spaces (<http://www.civiqsmart-scapes.com/press/smart-cities-technology-integrated-urban-spaces>; dostęp: 6.03.2016).
- Colldahl C. i in. 2013. Smart cities: strategic sustainable development for an urban world, School of School of Engineering, Blekinge Institute of Technology, Karlskrona, Sweden.
- Cohen B. 2014. The Top 10 Smart Cities On The Planet (<http://www.fastcoexist.com/1679127/the-top-10-smart-cities-on-the-planet>; dostęp: 29.09.2015).
- Glasmeier A., Christopherson S. 2015. Thinking about smart cities. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 8: 3–12. Oxford University Press. doi: 101093/cjres/rsu034.
- Harrison C., Donnelly I.A. 2011. A Theory of Smart Cities. *Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS. Curran Associates Inc.*, s. 521–535 (<http://journals.iss.org/index.php/proceeding-s55th/article/viewFile/1703/572>; dostęp: 4.11.2015).
- Herbuś I. 2015. Innowacje w miastach jako wyznacznik sukcesu współczesnych samorządów. *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej*, 19: 35–43.
- ITU 2014. An overview of smart sustainable cities and the role of information and communication technologies (http://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Documents/Approved_Deliverables/TR-Overview-SSC.docx; dostęp: 4.03.2016).
- ISO/IEC JTC1 2014. Information technology. Smart cities. Preliminary report 2014 (http://www.iso.org/iso/smart_cities_report-jtc1.pdf; dostęp: 6.03.2016).
- Jancz J. 2015. Miasto atrakcyjne – miastem konkurencyjnym. *Refleksje*, 11: 39–51. doi: 10.14746/r.2015.1.4
- Kitchin R. 2014. The Real-Time City? Big Data and Smart Urbanism. *GeoJournal*, 79: 1–14. doi: 10.2139/ssrn.2289141
- Lekame S., Marasinghe A. 2013. Developing a smart city model that ensures the optimum utilization of existing resources in cities of all sizes. *International Conference on Biometrics and Kansei Engineering*, s. 202–207.
- Manual S. 2012. Using information and communication technologies for smart and connected cities. A guide for sustainable urban development in the 21st century (http://www.un.org/esa/dsd/susdevtopics/sdt_pdfs/shanghaimanual/Chapter%208%20-%20ICT%20for%20smart%20cities.pdf; dostęp: 4.03.2016).
- Parysek P. 2015. Miasto w ujęciu systemowym. *Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny*, rok LXXVII, 1: 27.
- Parysek P., Mierzejewska L. 2013. *Życie miasta. Studium Poznania. Miasto i jego mieszkańcy*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Söderström O., Paasche T., Klausner F. 2014. Smart Cities as corporate storytelling. *City*, 18, 3: 307–320. doi: 10.1080/13604813.2014.906716).
- UN-Habitat, Ericsson 2015. The role of ICT in the proposed urban sustainable development goal and the new urban agenda (<http://unhabitat.org/the-role-of-ict-in-the-proposed-urban-sustainable-development-goal-and-the-new-urban-agenda/>; dostęp: 4.06.2017).
- Urban Foresight 2016. Smart cities Scotland Blueprint (https://www.scottishcities.org.uk/site/assets/files/1232/smart_cities_scotland_blueprint_web.pdf; dostęp: 8.04.2018).

An attempt to create a smart city model. The role of information and communication technologies in the city's development

Abstract: The aim of this article is to create a smart city model and to present the role of the information and communication technologies in the city's development. In order to introduce the reader to the subject, the paper reviews the literature about smart cities and presents the existing smart city model proposals. In the next part, the article presents the author's model of smart city and the impact of the use of innovation technologies on the functioning of the urban unit. Then, the paper describes the method of analysis, which enables to compare the city's development level over time, as well as to compare the development level of different cities.

Key words: smart city, information and communication technologies, city model